

УДК 621.3.013

О ПРИРОДЕ МОМЕНТА В ДВИГАТЕЛЕ КОСЫРЕВА-МИЛЬРОЯ

Сильвестров А.Н., д.т.н., проф., Зименков Д.К., ст. преп.

Национальный технический университет Украины (НТУУ «КПИ»)

пр. Победы, 37, 03056, Киев, Украина

E-mail: zimenzovDK@ukr.net

В статье подано физическое обоснование возникновения вращающего момента в двигателях Сёрла, Косырева-Мильроя.

Ключевые слова: двигатели Сёрла, Косырева-Мильроя, электромагнитная индукция.

Введение. На одном из пленумов методсовета по электротехнике профессором Негушилом А.В. был продемонстрирован двигатель Косырева-Мильроя, состоящий из вала, маховика и двух подшипников. Если через подшипники пропустить ток и дать начальное вращение маховику, то далее он наберет обороты и вращается самостоятельно.

Анализ предварительных исследований. Двигатель Косырева-Мильроя хоть и имеет на стыках-контактах шариков (роликов) эффект Губера, но он не является основным в создании вращающего момента при прохождении тока по цепи: внешняя обойма (1); шарики (ролики) (2); внутренняя обойма (3); вал (4); внутренняя обойма (5) второго подшипника; шарики (6); внешняя обойма (7).

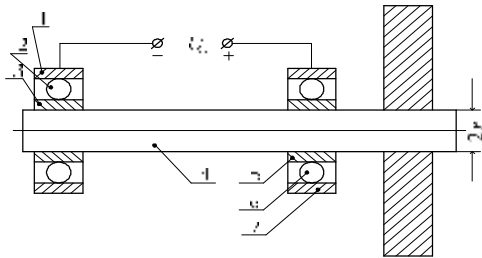


Рисунок 1 - Электродвигатель Косырева-Мильроя

В работах [2] и [3] Воронковым С.С. для объяснения сути эффекта Губера [1], в частности, обоснования существования магнитного поля, в макромасштабе совпадающего по направлению с электрическим током, были предложены новые понятия, такие как «сила Николаева, обусловленная сжимаемостью мировой среды», «скалярное магнитное поле». Не оспаривая возможность существования в природе ещё не раскрытых свойств, постараемся дать объяснение процессам в двигателе Косырева-Мильроя на основе уже открытых законов электромагнетизма.

Цель работы. Объяснить принцип работы двигателя Косырева-Мильроя.

Материал и результаты исследования. Во-первых, покажем, что магнитное поле, создаваемое током I в двигателе Косырева-Мильроя, обычное вихревое, а не «скалярное». Электрическое поле по цепи «минус источника U_n – подшипник – вал – подшипник – плюс источника» неоднородно: наибольшая напряженность e_k поля будет в точках контакта шариков с обоймами и гораздо меньшая в обоймах и вале e_e . Скорость v_e направленного дви-

жения электронов в неподвижном проводнике пропорциональна напряженности поля. Точки контакта шариков левого подшипника (рис. 1) образно представляем (по аналогии с гидравликой) как сопла, через которые тонкими «струйками» на большой скорости в тело внутренней шайбы подшипника вбрасывается поток электронов. В теле шайбы и вала напряженность e_e намного меньше e_k и соответственно меньше скорость направленного к правому подшипнику движения электронов (доли миллиметра в секунду). В то же время тело внутренней шайбы и поверхностного слоя вала имеет линейную скорость $\Omega \cdot x = u(x)$, намного большую, если x близко к r вала. Поэтому под обоймой и вблизи её излишек электронов, вошедших струйками в шайбу из шариков, образует пространственную траекторию в виде слегка сужающейся к середине длины вала спирали.

Вправо от середины вала картина будет зеркальной (рис. 2)

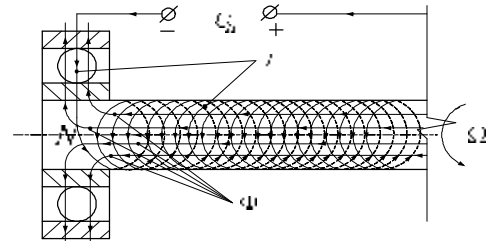


Рисунок 2 - Траектория движения одной из «стрек» электронов

Сужение спирали связано с радиальными силами, так как имеет место небольшая разность потенциалов на поверхности и на оси вала. Степень сужения и число условных витков спирали зависит от соотношения осевой напряженности e_e поля и скорости Ω , вращения вала. Общее число «витков» будет в n раз больше, где n - число шариков в подшипнике. Таким образом, вращающийся с частотой Ω , вал с током I эквивалентен катушке индуктивности, магнитный поток Φ которой на её краях замыкается через шайбы и шарики подшипников, совпадая по направлению с током I в подшипниках. То есть имеет место обычный вихревой магнитный поток, проходящий по валу – сердечнику «катушки», подшипникам и замыкающийся через воздушное пространство.

Во-вторых, покажем, что основные сила и вращающий момент в двигателе Косырева-Мильроя

возникают не в шарике (ролике), а непосредственно во внутренней обойме подшипника, связанной с валом.

Магнитный поток Φ (рис. 2), оставаясь равным потоку внутри «катушки», на его выходе через подшипники в пространство распределен неравномерно: магнитная индукция B_{min} в воздушных зазорах между шариками (роликами) подшипника минимальна, в промежутке пространства с шариком (роликом) - максимальна B_{max} (рис. 3):

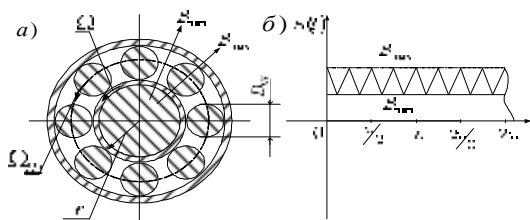


Рисунок 3 - Поперечный разрез по оси шариков (а) и зависимость (б) магнитной индукции B от угла

$$a, a \in [0, 2p]$$

Угловая скорость Ω вала и внутренней обоймы подшипника в режиме двигателя вследствие трения всегда больше угловой скорости $\Omega_{ш}$ вращения шариков относительно оси вала: $\Omega > \Omega_{ш}$. Это неравенство справедливо и для окружных линейных скоростей: $v > v_{ш}$, где $v = W \cdot r$,

$$v_{\theta} = W_{\theta} \cdot \left(r + \frac{D_{\theta}}{2} \right).$$

Это очевидно, так как при $W = W_{\theta}$ шарика бы не вращались, что противоречит действительности. Поток Φ в промежутке между обоймами подшипников, в частности, его переменная составляющая, будет двигаться относительно внутренней обоймы против ее движения с разностной скоростью Δv :

$$\begin{aligned} \Delta v &= v_{\theta} - v = (W_{\theta} - W) \cdot r - \\ &- W_{\theta} \cdot \frac{D}{2} \approx (W_{\theta} - W) \cdot r < 0, \end{aligned} \quad (1)$$

То есть относительно внутренней обоймы шарик движется в противоположную сторону (рис. 4):

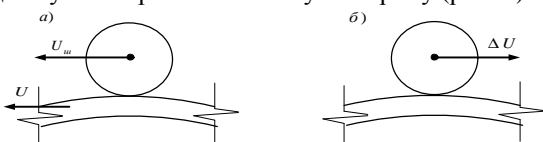


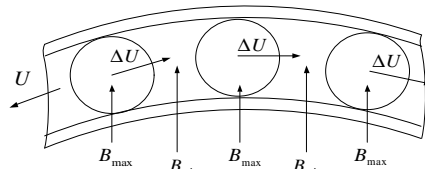
Рисунок 4-Движение обоймы и шарика относительно неподвижной системы координат (а) и относительно обоймы (б)

Пространственная картина процесса представлена на рис. 5:

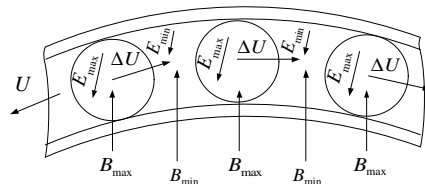
Учитывая расположение векторов Dv и B (рис. 5, а) на основе закона электромагнитной индукции

(правило правой руки) определяется направление и место расположения э.д.с. индукции E_{max} и E_{min} (рис. 10, б), под действием которых образуются индукционные токи i (рис. 10, в).

а)



б)



в)

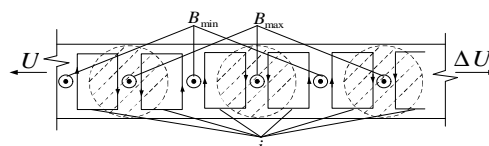


Рисунок 5 - Распределение $B(l)$ (а), ЭДС. индукции (б) и индукционных токов i во внутренней обойме подшипника

Далее, согласно закону Ампера, токи i взаимодействуют с магнитным потоком Φ . Сила DF_a будет равна разности сил под шариком (роликом) и между $DF_a \approx (B_{max} \cdot l_1 - B_{min} \cdot l_2) \cdot 2i > 0$, ними:

$$(2)$$

где $l_1 \approx D_{\theta}$, l_2 - ширина шайбы подшипника, i - вихревой ток, равный $(E_{max} - E_{min}) \cdot G_k$; G_k - проводимость контура тока, приближенно равная $g \cdot d^2 / (2 \cdot l_2 + 2p \cdot r / n)$; g - удельная проводимость тела шайбы, d - ее толщина. Для роликоподшипника $l_1 = l_2$. Сила DF_a направлена влево, т.е. в направлении скорости v и W . Для n шариков и двух подшипников сила будет в $2n$ раз больше. Момент M подшипникового двигателя:

$$\begin{aligned} M &\approx 2n(B_{max} \cdot l_1 - B_{min} \cdot l_2) \cdot \\ &= 4n(B_{max} \cdot l_1 - B_{min} \cdot l_2) \cdot \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &2n(B_{max} \cdot l_1 - B_{min} \cdot l_2)^2 \frac{g \cdot d^2 \cdot W \cdot r}{l_2 + p \cdot r / n} = \\ &= 2n^2 (B_{max} \cdot l_1 - B_{min} \cdot l_2)^2 \cdot \frac{g \cdot d^2 \cdot r \cdot W}{n \cdot l_2 + p \cdot r} \end{aligned} \quad (3)$$

Для двигательного режиму M має складну залежність від W , так як B_{max} і B_{min} залежать від I , а I залежить від W (з збільшенням w при незмінному U_n ток I буде зменшуватися, внаслідок зменшення контактної напруженості e_k).

Момент, що виникає в шарикі (ролик), може бути подібним моменту, який виникає в двигателі Серла, але більш ймовірно має місце взаємодія магнітного потоку через шарик (ролик) з током, що проходить поблизу його поверхні. В районі контакту взаємодія поверхнового току I/n і індукції B_{max} створює пару сил Ампера, що змушує шарик додатково обертатися навколо осі між точками дотику шарика. Тобто відбувається просторове обертання шарика. Це призводить до спіралеподібної траєкторії руху електронів по шаріку і створенню результативної пари сил, що створює обертальний момент (рис. 6).

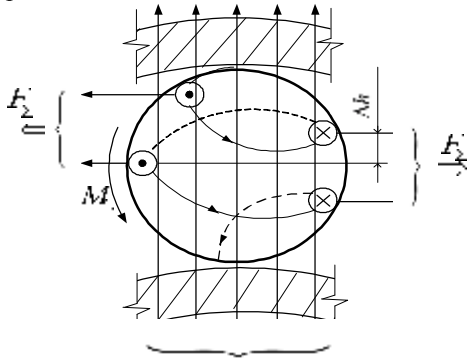


Рисунок 6 - Момент M_{Σ} , створюваний шариком

Крім M_{Σ} має місце також невеликий обертовий момент від кулоновського взаємодія зарядів в районі контакту. Однак основним моментом розраховують по (3).

Висновки. 1. Природа появи обертового моменту в двигателі Серла (коесо і рейка) заключається во взаємодії спіралеподібного току I в колесо з обоими токами $I/2$ в рейці.

2. Природа появи обертового моменту в двигателі Косирева-Мильроя (два підшипники і вал), в основному заключається во взаємодії магнітного потоку, створеного спіраллю току I в валі і модульованого перемінним магнітним опротивленням зазору між обіймами підшипника з індуктованими во внутрішній обіймі підшипника токами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Huber J. Electrodynamische Kraftwirkungen an einem auf Eisenbahn – schienen beweglichen Radsatz – *EuM*, Н. 8, 169-174, 15 April 1995.

2. Николаев Г.В. Современная электродинамика и причины ее парадоксальности. – Томск: Твердыня, 2003 – 149 с.

3. Воронков С.С. Общая динамика. – Псков: Квадрант, 2008. – 155 с.

Статья поступила 12.04.10 г.
Рекомендована к печати к.т.н., доц.
Некрасовым А.В.

ПРО ПРИРОДУ МОМЕНТУ, ЩО ОБЕРТАЄ, В ДВИГУНАХ СЬОРЛА, КОСИРЕВА-МИЛЬРОЯ

*Сильвестров А. М., д.т.н., проф., Зіменков Д. К., ст. викл.
Національний технічний університет України (НТУУ “КПІ”)
пр. Перемоги, 37, 03056, Київ, Україна
E-mail: zimenkovDK@ukr.net*

В статті подано фізичне обґрунтування виникнення обертового моменту в двигунах Сьорла, Косирева-Мильроя.

Ключові слова: двигуни Сьорла, Косирева-Мильроя, електромагнітна індукція.

ABOUT THE NATURE OF THE ROTATING MOMENT IN ENGINES SYORLA, KOSYREVA-MILROJA

*Silvestrov A.M., Doc. of Sci. (Tech.), Prof., Zimenkov D.K., Sen. Lect.
National technical university of Ukraine
Pobedy Av., 37, 03056, Kiev, Ukraine
E-mail: zimenkovDK@ukr.net*

Physically consistent approach to explain the nature of the torque in Kosyrev-Milroy motor.

Key words: Kosyrev-Milroy motor, electromagnetic induction.